



バイオエタノールエンジンの研究（燃焼実験）：（株）IHI、（株）IHIエアロスペースとの共同研究 平成22年11月 - 平成23年3月

著者	笹山 容資，東野 和幸
雑誌名	室蘭工業大学航空宇宙機システム研究センター年次報告書
巻	2010
ページ	62-64
発行年	2011-09
URL	http://hdl.handle.net/10258/00008749

バイオエタノールエンジンの研究(燃焼実験)

(株)IHI, (株)IHI エアロスペースとの共同研究 平成 22 年 11 月—平成 23 年 3 月

○ 笹山 容資(航空宇宙システム工学専攻 DC2)

東野 和幸(航空宇宙機システム研究センター 教授)

1. 緒言

近年の地球温暖化等の環境問題を考慮し, 宇宙機推進系開発にも環境適合性が求められ, 環境負荷の小さいロケットエンジンが注目を集めつつある. このロケットエンジン燃料として本センターではクリーン燃料であるバイオエタノールに注目し, バイオエタノールロケットエンジンの研究を行っている. しかし, バイオエタノールを燃料としたロケットエンジンは過去に実用化されておらずエンジン性能に与える基本的特性が得られていない.

そこで, 本研究では基本的特性の一つである燃焼特性に着目し, バイオエタノール/LOX 3 点異種衝突型噴射器エレメントの亜臨界, 超臨界燃焼特性を把握することを目的として燃焼実験を実施した. 実験では, 噴射器エレメントの設計パラメータである衝突角度やモーメントム比(運動量比)が着火・定常燃焼時諸特性に及ぼす影響を評価した.

2. 試験方法概要と供試体

2.1 供試体

供試エレメントの形状概要を表 1 に, 3 点異種衝突型エレメントの概要を図 1 に示す. 同表より, 供試エレメントは Be-I をノミナル形状として, 衝突角度, およびモーメントム比が与える影響を評価するため各設計パラメータの値を変更した形状を用意した. 本実験では, 推進薬の供給条件を一定にしたうえで設計パラメータの影響を評価するため, モーメントム比の変化は噴射器エレメント径の変化による流速変化を利用して与えた.

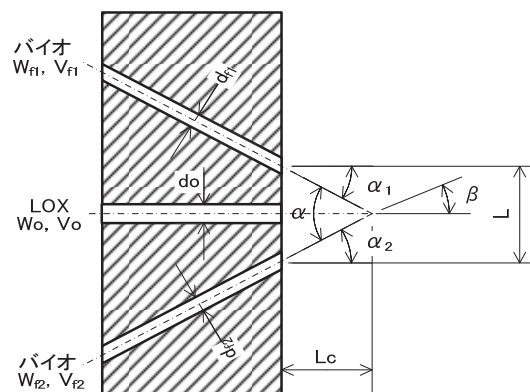


図 1 3 点異種衝突型
噴射器概念

表 1 噴射器エレメントの形状概要

種別	形状概要
Be I	ノミナル形状
Be II	衝突角大: 図 1 中 α が他エレメントより大
Be III	モーメントム比大: 他エレメントと流路径が異なる

※表中の衝突角度は図 1 の α である

2.2 試験装置と試験方法概要

本実験装置を図 2 に示す。装置を隔て両側から燃料，酸化剤が供給される。また，供試体の両側面は可視計測用の石英ガラスがあり，両側から高速度カメラやデジタルカメラによる可視計測が行えるようになっている。

本実験では，燃料としてバイオエタノール，酸化剤として LOX(液体酸素)を用いた。また，可視化窓および燃焼室の冷却のため，GN₂ を燃焼室内に供給している。燃焼圧力および混合比を変えて実験を実施し，高速度ビデオカメラ HSV1(カラー)，HSV2(モノクロ)およびデジタルカメラにより，推進薬の噴霧状況や燃焼状況等の把握を目的とした撮影を実施した。また，それぞれのカメラでは，燃焼による光を計測する”可視光計測”，バックライトを当て，流体の影を計測する”シャドウグラフ”を実験によって切り替えて計測を行った。



図 2 燃焼実験装置外観

3. 試験結果

3.1 試験結果概要

本実験では，燃焼特性評価目的であるバイオエタノール/LOX による燃焼実験と噴霧状況確認のためのバイオエタノール/水噴射実験を実施した。燃焼実験は計 15 回実施し，全実験で良好な燃焼を確認した。燃焼時の様子を図 3 に示す。

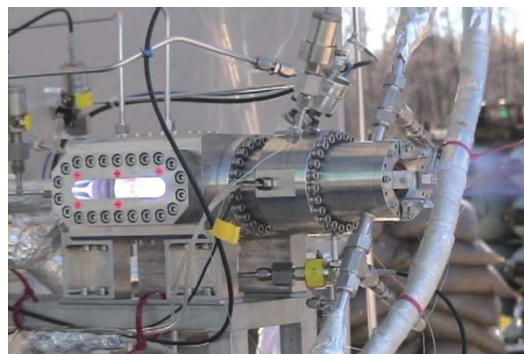


図 3 燃焼の様子

3.2 衝突角度の影響

各エレメント衝突後の噴流の拡がり角比較結果を図 4 に示す。同図より，エレメント Be I と Be III では拡がり角度に差はほとんど確認されないが，Be II では拡がり角度が 98.6° あり，他エレメントと比較して大きい値を示していた。

以上の結果より，衝突角度は推進薬の混合及び微粒化に対する影響が大きく，モーメント比も微粒化に影響する。

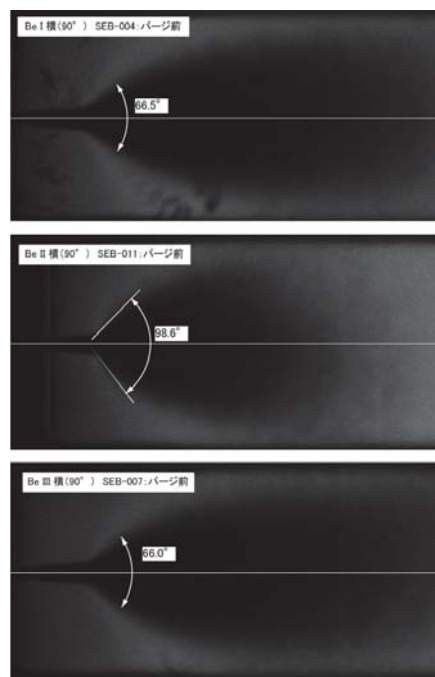


図 4 衝突後の噴流拡がり角度

3.3 モーメントム比の影響

図 5 にモーメントム比と特性排気速度効率 η_{C^*} の関係を示す。図中 LOX 供給圧ブーストアップの各エレメントの η_{C^*} の値を比較した。その結果、モーメントム比は約 1.85 で η_{C^*} が最大値となっていることがわかる。このモーメントム比の値は文献から求めた供試エレメントの混合効率が最大となる最適モーメントム比の値であった。この結果より、文献から求められるモーメントム比と η_{C^*} の関係がバイオエタノール/LOX 推進薬でも成り立つと推測でき、実機の噴射器エレメント設計においても最適モーメントム比を求めることが可能と考えられる。

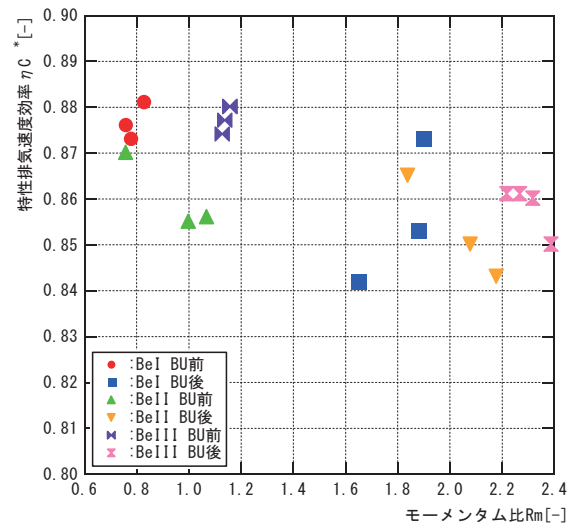


図 5 モーメントム比と特性排気速度効率

4. 結言

本研究では、バイオエタノールエンジンの基本的特性の一つである燃焼特性に着目し、バイオエタノール/LOX 3 点異種衝突型噴射器エレメントの亜臨界、超臨界燃焼特性を把握することを目的として燃焼実験を実施した。実験の結果、衝突角度およびモーメントム比が混合や特性排気速度効率に与える影響を評価できた。今後は本実験結果を推力 600kg 級バイオエタノール/LOX ロケットエンジン噴射器エレメントの設計に反映させる予定である。